

Conservação pós-colheita de vagem de ervilha sob diferentes condições de armazenamento

Post harvest conservation of pea pods in different storage conditions

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-055

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 30/06/2023

Sofia Rocha de Castro

Mestra em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás - UFG
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: sofiarochacastro@gmail.com

William Cezar Trindade do Patrocinio

Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás - UFG
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: williamcezar@discente.ufg.br

Kedinna Dias de Sousa

Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás - UEG
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: kedinnads@hotmail.com

Abadia dos Reis Nascimento

Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal De Goiás – UFG
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: abadiadosreis@ufg.br

Eli Regina Barboza de Souza

Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal De Goiás – UFG
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: eliregina@ufg.br

Flávio Alves da Silva

Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG
Endereço: Av. Esperança, s/n - Campus Samambaia, Goiânia – GO, Brasil
E-mail: flaviocamp@ufg.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes condições de armazenamento na conservação de vagens de ervilha. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições em esquema de fatorial triplo e cada unidade experimental foi composta por 4 vagens. Foram avaliadas as condições de armazenamento, sendo sem embalagem (controle), em bandeja de poliestireno envolta com filme PVC (policloreto de vinila) e pote de polipropileno, todos armazenados a 10°C, 15°C e 25°C pelo período de 9 dias (0, 3, 6 e 9). As variáveis analisadas foram: perda de massa, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, coloração e firmeza. A utilização da atmosfera modificada bandeja de poliestireno envolta com filme PVC apresentou maior eficiência em manter as características iniciais das vagens, principalmente na temperatura de 10° C, por até 9 dias.

Palavras-chave: ervilha, *Pisum sativum*, vagem, armazenamento.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of different storage conditions on the conservation of pea pods. The adopted experimental design was completely randomized, with three replications in a triple factorial scheme and each experimental unit was composed of 4 pods. The storage conditions were evaluated, being without packaging (control), in a polystyrene tray wrapped with PVC film (polyvinyl chloride) and a polypropylene pot, all stored at 10°C, 15°C and 25°C for a period of 9 days (0, 3, 6 and 9). The variables evaluated were weight loss, pH, soluble solids, titratable acidity, color and texture. The use of modified atmosphere polystyrene tray wrapped with PVC film showed greater efficiency in maintaining the initial characteristics of the pods, mainly at a temperature of 10° C, for up to 9 days.

Keywords: pea, *Pisum sativum*, pod, storage.

1 INTRODUÇÃO

A ervilha, pertencente à família Fabacea, é uma planta cujo produto pode ser encontrado na forma de grãos secos, para reidratação ou produção de farinha, de grãos verdes e também em forma de vagens comestíveis. É uma hortaliça altamente nutritiva e fornece boas quantidades de vitaminas dos tipos A, C e B (Lana & Tavares, 2017). De acordo com Canniatti-Brazaca (2006), o consumo de ervilha fresca é mais recomendado do ponto de vista nutricional, pois apresenta maiores teores de fibras solúveis e insolúveis, minerais e ferro.

Com a pandemia do Coronavírus e, conseqüentemente, o fechamento de frigoríficos a oferta de carne no varejo foi afetada. Esse fato impulsionou o consumo de carne de origem vegetal que tem como matéria prima a soja, ervilha e outras fontes de proteínas (SNA, 2020), isso pode estimular também o cultivo desses alimentos.

A qualidade de frutas e hortaliças envolve atributos como aparência visual, textura, sabor, aroma, valor nutricional e segurança do alimento, sendo estes fatores diretamente relacionados às práticas de pré e pós-colheita (Cenci, 2006). Um entrave no período de pós-colheita desses produtos é o fato deles perecerem rapidamente. Devido a elevada atividade metabólica que possuem, os

processos fisiológicos de deterioração são acelerados (Chitarra & Chitarra, 2005) e surge a necessidade de aprimorar técnicas de conservação.

A suscetibilidade dos alimentos à processos de deterioração e de contaminação, causadas principalmente por microrganismos, enzimas e reações do oxigênio com o ar, modificam suas estruturas primárias. Assim, torna-se fundamental a utilização de conceitos da tecnologia de alimentos para aumentar a disponibilidade e vida de prateleira dos produtos (Leonardi & Azevedo, 2018). A combinação de tecnologias, como refrigeração e utilização de embalagens buscam reduzir perdas qualitativas e quantitativas entre a colheita e o consumo (Spagnol et al., 2018).

Devido as diferenças dos grupos varietais de ervilha alguns fatores como tipo de embalagem e tratamento pós-colheita se diferem, estando as características destes grupos relacionadas a forma de comercialização. A ervilha do tipo vagem é comumente comercializada em bandejas de poliestireno expandido em embalagens de 250 g (Nascimento, 2016). Sabe-se que essa é uma hortaliça que se deteriora rapidamente sob condição ambiente alterando assim seu teor de açúcar, o sabor e a textura. Portanto, é recomendado que as vagens de ervilha sejam mantidas sob refrigeração e por um período de até cinco dias, visto que a baixa temperatura auxilia na manutenção do valor nutricional e retarda o amarelecimento (Lana & Tavares, 2010).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do uso de diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração na conservação e qualidade pós-colheita de vagens de ervilha torta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Escola de Agronomia (EA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), na cidade de Goiânia, Goiás. Que está geograficamente localizada a 16°35'47'' de latitude sul e 49°16'51'' de longitude oeste, com altitude de 741 m, clima tropical com estação seca, classificado como Aw Segundo a Köppen-Geiger. O cultivo da produção de vagens para utilização pós-colheita foi feito no período de julho a setembro de 2021.

As vagens foram colhidas no dia 13 de setembro de 2021, manualmente, ao atingirem tamanho aproximado de 10 cm a 14 cm e 2,5 cm a 3,5 cm de diâmetro. Imediatamente foram levadas para o setor de Engenharia de Alimentos da UFG onde realizou-se a lavagem em água corrente potável para remover sujeiras e alguns microrganismos aderidos à superfície. A sanitização foi realizada com a imersão das vagens em solução de água e cloro ativo a 2% (Coelho, 2014) por 10 minutos. Cumprido o tempo necessário da etapa anterior, a solução foi descartada e as vagens enxaguadas com água potável (Lana, 2021). Com posterior secagem em temperatura ambiente.

Realizou-se a padronização de vagens, selecionando as que apresentavam características comercializáveis, como tamanho de 10 a 15 cm, cor verde, grãos não desenvolvidos totalmente e textura tenra.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições seguindo um esquema de fatorial triplo e cada unidade experimental foi composta por 4 vagens. Os fatores foram as condições de armazenamento em relação ao uso de embalagens, refrigeração e tempo de armazenamento. As embalagens utilizadas foram: sem embalagem (controle), bandeja de poliestireno envolta com filme PVC (policloreto de vinila) e pote de polipropileno. Após embaladas, as vagens de ervilha do controle e de cada embalagem foram armazenadas em incubadora Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) sob as temperaturas de 10, 15 e 25° C e 75%±1 UR, durante o período de 9 dias. As análises foram realizadas a cada três dias (0, 3, 6 e 9 dias), sendo elas: perda de massa, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, coloração e firmeza.

O acompanhamento da perda de massa fresca durante o período de armazenamento das vagens de ervilha foi realizado por meio da pesagem das vagens em balança analítica no tempo 0 e a cada três dias até o fim do experimento. A diferença entre a massa inicial (g) e a massa final (g), dividido pela massa inicial (g), que foi expressa em porcentagem, representa a perda de massa (Pereira, 2017) (Equação 1).

$$PM = \frac{MFI - MFF}{MFI} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Para as análises químicas foram utilizadas 5 g de casa amostra, que foram trituradas, colocadas em um béquer de 250 ml, em que foi adicionado 50 ml de água destilada. Esse conteúdo foi levado para o agitador magnético por 10 minutos para se obter uma solução homogênea e representativa (IAL, 1985). Nesta foram realizadas as análises de pH e teor de acidez titulável.

O pH das amostras foi medido com auxílio do medidor de pH Foodcare HI98161 que foi calibrado com soluções padrão de pH 4,0 e pH 7,0. Após a calibração o potenciômetro do aparelho foi imerso na solução para realização da leitura, de forma direta (IAL, 1985).

A acidez titulável foi determinada pelo método de titulometria de neutralização. À solução de 5 g de vagens de ervilha e 50 ml de água destilada foi adicionada 3 gotas de fenolftaleína a 1%. Então esse conteúdo foi titulado com hidróxido de sódio 0,1 M e o ponto de viragem caracterizado pela coloração rósea da solução (IAL, 1985). O resultado da acidez foi obtido por meio do cálculo (Equação 2):

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} = \text{acidez em solução molar por cento, onde} \quad (\text{Equação 2})$$

V = volume (ml) da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação;

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M;

P = massa da amostra (g) usada na titulação;

c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

O teor de sólidos solúveis foi determinado com auxílio de um refratômetro analógico, 0 - 32 °Brix. Dois pedaços de vagem de ervilha foram macerados no almofariz com pistilo. Com auxílio de um algodão foram adicionadas 3 gotas do suco obtido sobre o prisma do refratômetro (IAL, 1985) para realização da leitura visual.

A determinação da cor foi realizada por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIEL*a*b*. Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo colorímetro HunterLab, ColorQUEST II, no qual L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* = vermelho e -a* = verde, +b* = amarelo e -b* = azul). Com os valores de L*, a* e b* foi calculado o ângulo Hue (tonalidade, °h), luminosidade e cromaticidade (saturação, C*). Foram realizadas 4 leituras por vagem, sendo 2 de cada lado, em 3 vagens por condições de armazenamento (embalagens e temperaturas). Totalizando 108 leituras em cada tempo analisado.

A firmeza foi determinada com o auxílio de texturômetro Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra, utilizando probe P/2 (Ribeiro, 2018) para analisar a força de penetração, numa velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1 mm s⁻¹, 1 mm s⁻¹ e 10 mm s⁻¹, respectivamente e a uma altura máxima de 8 mm, valores estes previamente fixados. A firmeza foi expressa em Newton (N). Foram realizadas 4 repetições com 1 leitura cada, totalizando 36 leituras, em cada tempo analisado.

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o software SISVAR versão 5.6.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

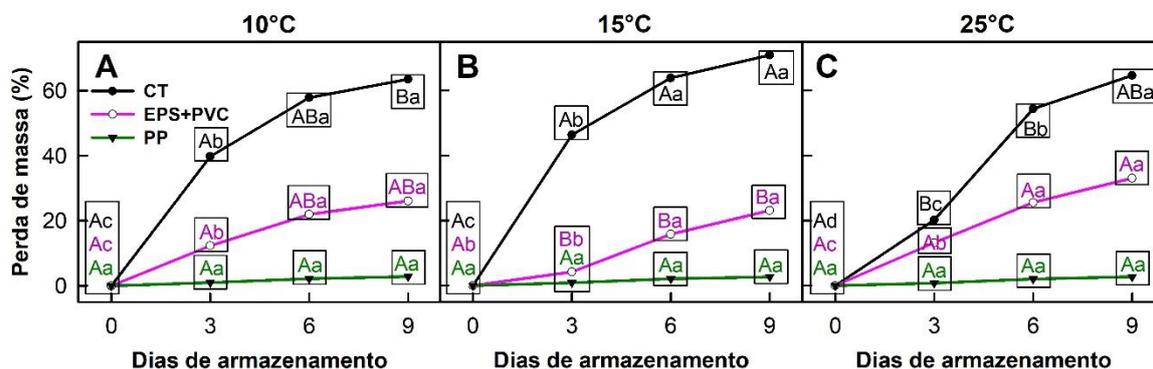
Na perda de massa fresca houve interação tripla entre os fatores (Embalagem x temperatura x dias) avaliados (Tabela 1). Destaca-se o tratamento controle (CT), que apresentou diferença significativa durante todo o período avaliado em relação a embalagem e os dias de armazenamento (Figura 1). Nas temperaturas de 10° C e 15° C esse tratamento chegou a perder, respectivamente, 39,77% e 46,35% de massa fresca no terceiro dia de avaliação. Já na temperatura de 25° C teve seu pico de perda de massa no nono dia de avaliação, sendo de 64,62%.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para perda de massa (PM; %), teor de sólidos solúveis (SS; °Brix), acidez titulável (AT; %), potencial hidrogeniônico (pH) e textura (TX; N) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10, 15 e 25 °C.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		PM	SS	AT	pH	TX
Embalagens (E)	2	13899,19**	0,054	35,709**	0,028*	17,182
Temperaturas (T)	2	12,44	9,916**	0,515	0,013	16,483
Dias (D)	3	5511,74**	5,353**	14,532**	0,297**	35,600**
E x T	4	233,10**	0,640	0,181	0,012	23,479**
E x D	6	1893,77**	0,056	11,323**	0,005	7,145
T x D	6	35,51	3,118*	1,148**	0,007	9,500
E x T x D	12	49,81**	0,780	0,899**	0,013**	15,131*
Resíduos	72	12,675	1,253	0,367	0,006	6,281
Média	-	18,70	3,41	1,60	6,05	10,42
CV (%)	-	19,04	32,82	37,86	1,28	24,05

** ,*: significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro tipo I pelo teste F;

Figura 1. Perda de massa (%) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25°C (C).



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A respiração é considerada uma causa normal de perda no período pós-colheita, pois se trata de um processo fisiológico da planta, assim como o amadurecimento e a transpiração. Para retardar seus efeitos utiliza-se a manutenção de temperaturas de refrigeração e umidade relativa, a fim de reduzir a perda de massa das hortaliças (Rosa et al., 2018). O uso de atmosfera modificada durante o armazenamento promove o decréscimo na velocidade da respiração, retardo na maturação e redução na deterioração de frutos e hortaliças. Esse fato se dá pela barreira à difusão de gases em torno do produto (Guerra et al., 2020).

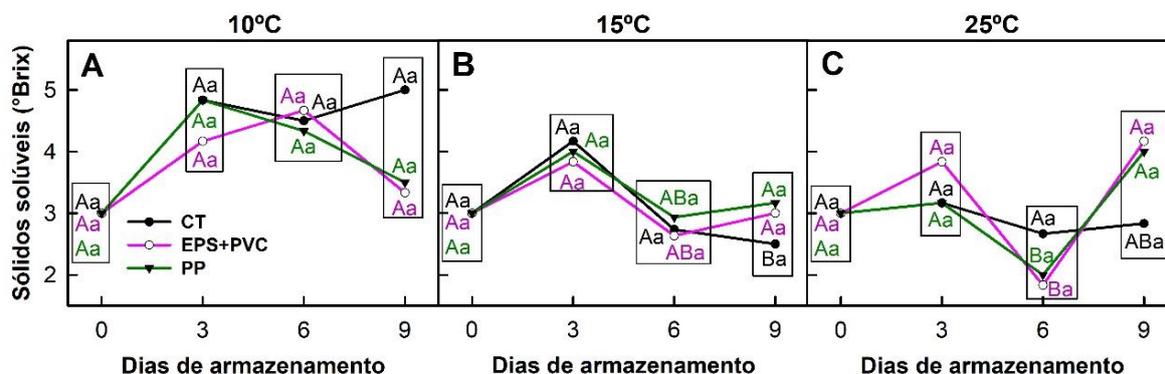
Ainda em relação a perda de massa, Albano et al. (2019), verificou-se que não houve diferença significativa dos grupos de ervilha tratadas com radiação gama e o grupo controle, sendo que nos grãos irradiados a perda de massa fresca diminuiu proporcionalmente com o aumento da dose de radiação gama, variando em média 0,30%, 0,85%, 3,24% e 2,59% nos dias 1, 7, 14 e 21 de avaliação, respectivamente. Já Kovalski (2018), verificou que durante o período de armazenamento de feijão-vagem a perda de massa fresca não apresentou diferença estatística para as doses de ácido peracético. Entretanto houve influência do tempo de armazenamento nos valores de perda de massa, chegando ao décimo dia com a perda de 2,7%.

Coelho et al. (2016), observaram a redução de qualidade de vagens frescas de feijão-caupi em relação ao tempo de armazenamento, sendo evidenciada a partir do 2º dia de avaliação. No 4º dia as vagens já foram classificadas como “ruim”. A perda de massa fresca no 5º dia teve variação média entre 29,37% e 39,74%. Resultado semelhante ao apresentado nesse estudo. As menores perdas de massa foram observadas no tratamento em que se utilizou o pote de polipropileno (PP) como modificador de atmosfera passiva, não apresentando diferença significativa entre os dias de armazenamento e nem entre as temperaturas avaliadas

O teor de sólidos solúveis diferiu entre as temperaturas 10° C e 25° C no dia 6 de avaliação nas embalagens PP e bandeja de poliestireno expandido envolto por filme PVC (EPS+PVC) (Figura 2). Não foi observada diferença significativa na interação dos fatores (Tabela 1). A maturação é um processo complexo, geneticamente controlado e irreversível, culminando em uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, estruturais e sensoriais na hortaliças. Nesse processo, geralmente, ocorre o aumento de sólidos solúveis e redução dos ácidos orgânicos (Rosa et al., 2018).

Souza et al. (2019), avaliaram o efeito da refrigeração na conservação de hortaliças orgânicas minimamente processadas e observaram que o conteúdo de sólidos solúveis de cenoura, couve-flor, brócolis e acelga reduziram em todos os tratamentos (armazenamento em temperatura ambiente e refrigerado). Esse resultado era esperado pois há maior utilização dos açúcares no processo de respiração celular durante o armazenamento. Processo semelhante ao ocorrido com as vagens de ervilha torta durante o armazenamento.

Figura 2. Teor de sólidos solúveis (°Brix) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25°C (C).

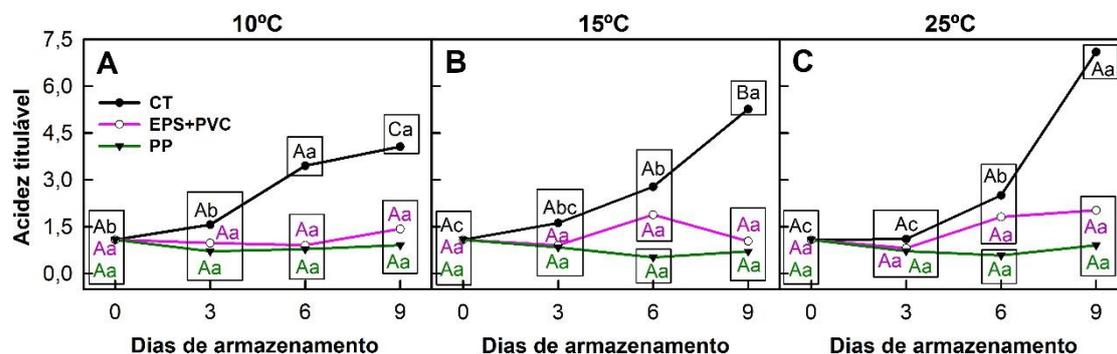


Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Gomes (2021) relatou que o uso da embalagem poliamida/polietileno em 7 camadas pode trazer resultados satisfatórios, visto que esta foi capaz de manter os valores de sólidos solúveis constantes, com diferença de apenas 1° Brix entre o início e o fim do armazenamento de murici *in natura*. Já Rinaldi et al. (2019), observaram que na temperatura de 10° C, quando comparada com a temperatura ambiente (23,6° C), há pouca variação nos valores de sólidos solúveis de *Passiflora alata* cv. BRS mel do cerrado durante o armazenamento pós-colheita de 14 dias. Para a ervilha torta a temperatura mais baixa promoveu maior constância dos teores de sólidos solúveis até o sexto dia de avaliação nas vagens de ervilha (Figura 2).

Para a acidez titulável também houve interação tripla dos fatores (Tabela 1). Nota-se que o tratamento CT diferiu entre as 3 temperaturas no último dia de armazenamento (Figura 3), chegando a quase 7,5% na temperatura de 25° C. A tendência é que ocorra diminuição no teor total de ácidos com o avanço da maturação (Bauer et al, 2014). Esse aumento da acidez titulável no tratamento controle pode ser explicado pela exposição do produto sem embalagem, devido as alterações de suas características naturais ocorrerem mais rapidamente, como a perda de umidade e cor.

Figura 3. Acidez titulável (%) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).



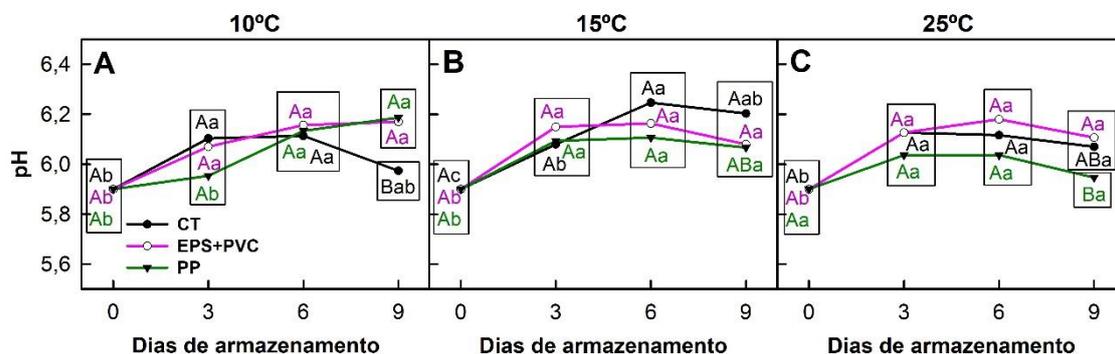
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No sexto dia de avaliação, para as temperaturas de 15° C e 25° C nota-se que a embalagem EPS+PVC diferiu do PP, mantendo constância no teor de ácidos. No último dia de avaliações ambas embalagens não demonstraram diferença significativa. A utilização de embalagem associada a temperatura de 10° C promoveu maior estabilidade da acidez titulável durante os dias de armazenamento.

Araújo (2018) observou comportamento semelhante durante as análises pós-colheita de raízes de batata-doce, ao avaliar a qualidade das batatas armazenadas em câmara fria ao longo de 5 tempos de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 dias), onde os valores de acidez titulável aumentaram significativamente no décimo quinto dia (0,18%) de armazenamento em relação ao tempo zero (0,15%). Albano (2019) também relatou que os valores de acidez total titulável em ervilhas aumentaram significativamente em todos períodos de avaliação e doses de radiação gama quando comparado com o grupo controle. Sendo o aumento de 0,14% no dia 1, 0,07% aos 7 dias, 0,04% aos 14 dias e 0,09% aos 21 dias quando comparada a maior dose de radiação (450 Gy) com o grupo controle.

A análise de pH apresentou diferença estatística na interação dos três fatores. É possível notar um aumento e posterior estabilização no pH (Figura 4), até o sexto dia de armazenamento (Tabela 1). Esse aumento de pH é característico da senescência de vegetais, decorrente do metabolismo de ácidos orgânicos (Guerra, 2020). Do dia 6 ao dia 9 ocorre uma leve queda, exceto para o controle na temperatura de 10° C em que a redução do potencial hidrogenionico é maior, chegando a não haver diferença significativa entre o dia 0 e 9.

Figura 4. Potencial hidrogeniônico (pH) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).



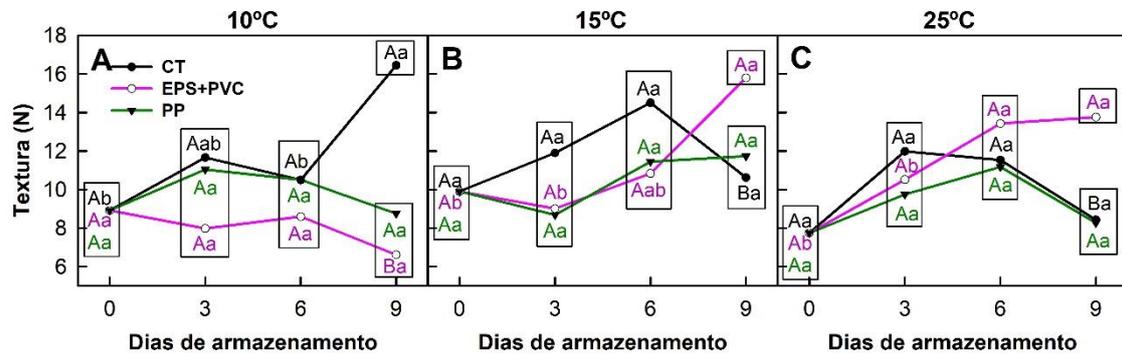
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda pode-se inferir que a estabilidade do pH na temperatura de 10° C em ambas embalagens foi maior quando comparado com o CT (Figura 4). A influência da temperatura na taxa de respiração de frutas e hortaliças é maior na faixa de 0 a 10° C do que no intervalo de 15 a 25° C, isso porque baixa temperatura reduz o consumo de O₂ no espaço livre da embalagem, retardando um eventual equilíbrio anaeróbico (Sarantópoulos, 1997) e a maturação.

Ao analisar o pH em função do tempo de armazenamento de ervilhas frescas, Albano (2019) mostrou que nas avaliações dos períodos 1 e 7 dias após irradiação não houve alteração do pH. Salata et al. (2011) não identificaram diferença significativa para pH na qualidade de frutos de ervilha torta entre os tratamentos de adubação potássica, sendo que no ponto de colheita as vagens apresentavam pH de 5,43 a 5,66. Para Pereira (2017), o pH de folhas de ora-pro-nóbis apresentaram interação significativa entre os fatores embalagens (sacos de polipropileno, bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme plástico e bandejas de politereftalato de etileno) e dias de armazenamento (9 dias), observando-se aumento dos valores de pH ao longo do período de experimento.

A textura do tratamento CT, a 10° C, no último dia de avaliação diferiu entre os dias de armazenamento e das embalagens, necessitando de maior força para penetração. Ainda no último dia de armazenamento, o tratamento EPS+PVC, apresentou diferença significativa quando comparadas as embalagens nas temperaturas de 15° C e 25° C (Figura 5). A ervilha de vagem é caracterizada por ser suculenta e tenra (Filgueira, 2000). Albano (2019) relata que embora não tenha observado diferença estatística entre seus dados de textura, verificou uma tendência na manutenção da firmeza da polpa quando irradiou os grãos de ervilha com a dose de 450 Gy que evoluíram de 12,50 N s⁻¹ para 14,18 N s⁻¹.

Figura 5. Textura (N) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização da atmosfera modificada passiva EPS+PVC associada a temperatura de 10° C manteve a textura mais próxima da inicial ao longo dos dias de armazenamento neste experimento. A atmosfera modificada auxiliou na manutenção da textura de frutos de *Passiflora alata* cv. BRS Mel do Cerrado, sendo mais efetiva a embalagem de polietileno de alta densidade com 30µm de espessura em ambas temperaturas avaliadas (10° C e 23,6°C).

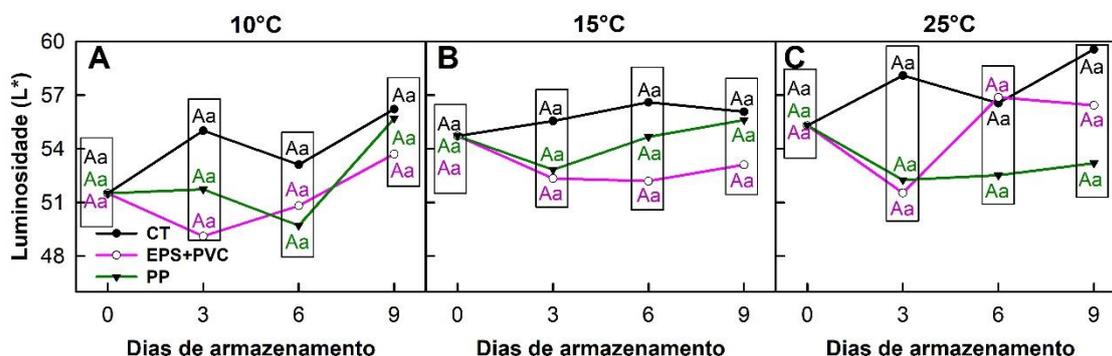
A luminosidade da amostra varia de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 0 mais escura é a cor e quanto mais próximo de 100 mais clara será a cor da amostra (Ferreira & Spricigo, 2017). Na análise de luminosidade verificou-se que não houve interação estatística entre os fatores avaliados (Tabela 2). Foi observada diferença significativa para as embalagens em que as medias variaram de 55,69 no tratamento controle e 53,13 no tratamento EPS+PVC, e para as temperaturas onde a maior e menor média foram para as temperaturas de 25° C e 10° C sendo, 55,24 e 52,46 respectivamente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para luminosidade (LU; L*), cromaticidade (CR; C*) e ângulo hue (AH; °h*) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10, 15 e 25°C.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		LU	CR	AH
Embalagens (E)	2	73,368*	113,380**	0,003
Temperaturas (T)	2	73,070*	91,407**	0,433
Dias (D)	3	27,917	74,888**	0,423
E x T	4	9,911	18,015*	0,001
E x D	6	12,658	31,099**	0,002
T x D	6	7,489	24,986**	*
E x T x D	12	4,587	11,478*	0,004
Resíduos	72	18,235	5,531	0,239
Média	-	54,05	24,76	-1,24
CV (%)	-	7,90	9,50	39,43

** , * : significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro tipo I pelo teste F;

Figura 6. Luminosidade (L*) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).

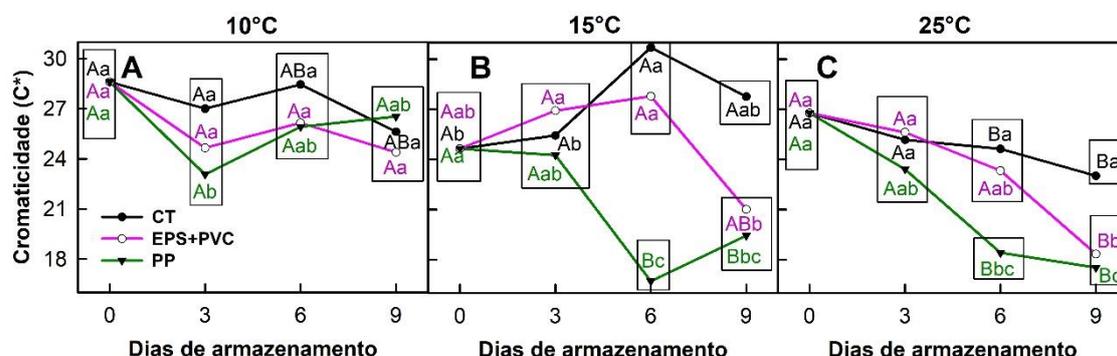


Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dos índices que influenciam a cor, a cromaticidade foi o único em que se observou interação entre todos os fatores (Tabela 2). A cromaticidade ou saturação de cor está diretamente relacionada a concentração do elemento corante, sendo que quanto maior o croma, maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos (Ferreira & Spricigo, 2017). No sexto e nono dia de avaliação, para as temperaturas de 15° C e 25° C foi observado diferença significativa quando comparadas a temperatura de 10° C, que por sua vez foi mais eficaz em manter os valores de cromaticidade. A atmosfera modificada passiva, com o uso da embalagem PP, apresentou resultados menos satisfatórios em manter o croma das vagens (Figura 7) chegando ao valor de 16,70 na temperatura

de 15° C. Já na temperatura de 25° C é possível observar a redução do croma ao longo dos dias para todos os tratamentos.

Figura 7. Cromaticidade (C*) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).

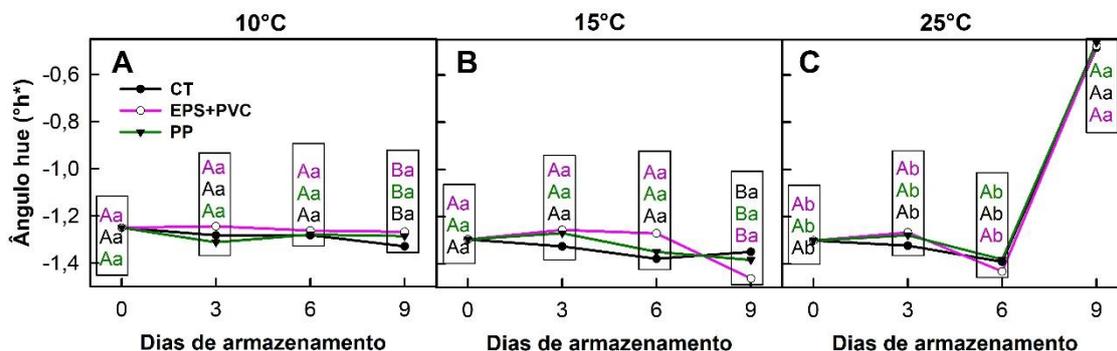


Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Palharini et al. (2016) avaliaram a influência das embalagens bandeja de polipropileno com tampa, bandeja de poliestireno expandido envolta com filme PVC e filme Xtend 815-BAS14 na conservação de vagem minimamente processada, armazenadas a 5° C por 7 dias e concluíram que foi perceptível o escurecimento das vagens acondicionadas em bandeja de polipropileno com tampa, atribuindo-se esse fato ao elevado nível de oxigênio ao redor do produto. O escurecimento ou perda de cor de frutas e hortaliças está relacionado principalmente a ação de enzimas que utilizam o oxigênio como substrato em suas reações. Esse escurecimento enzimático pode ser inibido por meio de técnicas que eliminem o oxigênio ou enzima, como a utilização da embalagem a vácuo (Silva et al., 2009).

O ângulo Hue (°h) não apresentou diferença significativa entre os fatores utilizados (Tabela 2). Ele é considerado o atributo qualitativo de cor com as cores definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, etc (Ferreira & Spricigo, 2017). De acordo com o sistema CIELAB (1976), o ângulo pode variar de 0° a 360°, sendo que o 0° corresponde a cor vermelha, 90° ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul. Neste experimento o °h positivo foi em média de 178°.

Figura 8. Ângulo Hue ($^{\circ}h^*$) em vagens de ervilha torta submetidas ao armazenamento pós-colheita por 9 dias em três tipos de embalagens (CT: controle/sem embalagem; EPS+PVC: bandeja de poliestireno expandido + filme PVC; PP: pote de polipropileno) e sob temperaturas de 10 (A), 15 (B) e 25° C (C).



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao avaliar as características físicas e físico-químicas da ervilha torta comercializada no norte de Minas Gerais, Ribeiro et al. (2018) obtiveram o valor de 54,45 para luminosidade, 32,0 para cromaticidade e 90,29 para o ângulo Hue (h°) que determinou a coloração verde. A coloração de superfície de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxague e sanificação apresentou redução do ângulo hue em todos tratamentos, ocorrendo escurecimento gradativo ao longo do tempo. A partir do nono dia de armazenamento foi observada diferenças entre os tratamentos, onde as vagens do tratamento em que se realizou somente enxague apresentaram maior ângulo hue, ou seja, menor escurecimento em relação aos demais (Peres et al., 2011).

4 CONCLUSÕES

A utilização de embalagem associada a baixas temperaturas de refrigeração reduzem a atividade metabólica de hortaliças, inibindo o processo de maturação e prologando a vida útil do produto. Esse fato foi observado durante o armazenamento das vagens de ervilha quando comparadas ao tratamento sem embalagem.

A embalagem deve ser apropriada para o produto, nesse caso, o pote de polipropileno ao concentrar o oxigênio dentro da embalagem, não foi eficiente em manter a cor das vagens por muito tempo.

Portanto, para conservação de vagens de ervilha torta de flor roxa por até 9 dias pós-colheita, recomenda-se a utilização de bandeja de poliestireno expandido + filme PVC associada a temperatura de 10° C para armazenamento.

REFERÊNCIAS

ALBANO, A. M. S. **Aplicação da radiação gama em ervilha (*Pisum sativum* L.) in natura para inibir a brotação e aumentar a vida útil de prateleira**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

ARAÚJO, C. S. P. **Conservação pós-colheita de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) cultivada sob diferentes lâminas de irrigação**. 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado: Programa de Pós-graduação em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2018.

BAUER, V. R. P.; WALLY, A. P.; PETER, M. Z. **Tecnologia de frutas e hortaliças**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2014. 126 p.

CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Valor nutricional de produtos de ervilha em comparação com a ervilha fresca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 766-771, 2006.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p. 67-80.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005, 785 p.

COELHO, L. C.; MELO, L. A.; SILVA, A. R. V., DURIGAN, M. F. B.; ANTUNES, F. Qualidade pós-colheita de vagens frescas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.): renda e oportunidade a agricultura familiar. In: VI CBAgroecologia e II CLAgroecologia, 2016, Dourados. **Artigos [...]** Dourados: Agroecol, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155624/1/Qualidade-pos-colheita-de-vagens-frescas-de-feijao-caupi-Vigna-unguiculata-L-Walp-renda-e-oportunidade-.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

COELHO, N. R. A. **Noções de higienização na indústria de alimentos**. Material de estudo. Universidade Católica de Goiás, Goiás. 2014. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2014/02/Higieneiza%C3%A7%C3%A3o-na-ind%C3%A9stria-de-alimentos.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021.

FÁVARO, S. P.; IDA, E. L. Textura de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) processado ou não: Efeito da aplicação de concentrações crescentes de cálcio via absorção radicular. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 1-7, 1998.

FEBA, L. T.; MAZZUCHELLI, E. H. L.; CARVALHO, P. R.; CACEFO, V. Silício promove melhor conservação pós-colheita da alface. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. Especial, p. 189-195, 2017.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria-Princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. **Embrapa Instrumentação Pós-colheita em Frutas e Hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. Parte 4, cap. 1, p. 207-221.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402 p.

FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. M.; SILVA, T. R. B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 58, n.2, p. 262-267, 2011.

GUERRA, A. M. N. M.; SANTOS, D. S.; EVANGELISTA, R. S.; SILVA, M. G. M. Conservação pós-colheita de maxixe (*Cucumis anguria*) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 10, n. 1, p. 145-154, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos *In: Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo: IMESP, 1985. v. 1, 3. ed, p. 25-26.

KOVALSKI, T. R. **Qualidade do feijão-vagem minimamente processado higienizado com ácido peracético e hipoclorito de sódio**. 2018. 145 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

LANA, M. M. Lavagem e sanitização. **Embrapa hortaliças**. Distrito Federal: 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/sanitizacao>. Acesso em: 10 out. 2021.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. Hortaliça. Como comprar, conservar e consumir. Hortaliças na Web. **Embrapa hortaliças**. Distrito Federal: 2017.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: Embrapa hortaliças, 2. ed. rev., 209 p, 2010.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, p. 51-61, 2018.

MARODIN, J. C.; RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; TREVISAM, A. R.; FIGUEIREDO, A. S. T.; DIAS, D. M. Tomato post-harvest durability and physicochemical quality depending on silicone sources and doses. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 361-366, 2016.

NASCIMENTO, W. M. **Hortaliças Leguminosas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016, 232 p.

PALHARINI, M. C. A.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; SIMIONATO, E. M. R. S.; FUMIS, T. F.; CECHIN, I. Conservação de vagem minimamente processada em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, e. 2015114, p. 1-9, 2016.

PERES, J. E.; ARRUDA, M. C.; FILETI, M. S.; FISCHER, I. H.; SIMIONATO, E. M. R. S.; VOLTAN, D. S. Qualidade de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxague e sanificação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 173-180, 2011.

RIBEIRO, M. C. F.; ARNIZAUT, H. R.; AGUIAR, F. S.; QUEIROZ, E. C. C.; DIAS, W. P. A.; SOBRAL, R. R. S.; MIZOBUTSI, G. P. Características físicas e físico-químicas da ervilha torta comercializada no norte de Minas Gerais. *In: 12º FEPEG-Fórum de ensino, pesquisa, extensão e gestão*, 2018, Montes Claros. **Anais eletrônicos**. Montes Claro: Unimontes, 2018. Disponível em: <http://www.fepeg2018.unimontes.br/anais/download/88fb16c5-17dd-464e-a943-9905e6810df7>. Acesso em: 13 out. 2021.

RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; ASSIS, D. F. O. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora alata* cv. BRS mel do cerrado (BRS MC). **Agrotrópica**, v. 31, n. 3, p. 185-196, 2018.

SANTOS, C. E. M.; LINHALES, H.; PISSIONI, L. L. M.; CARRARO, D. C. S.; SILVA, J. O. C.; BRUCKNER, C. H. Perda de massa fresca dos frutos em progênies de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 219-222, 2008.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens para vegetais minimamente processados-Fresh cut. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**. Instituto de tecnologia de alimento. v. 9, n. 5, p. 1-4, 1997.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; BOAS, E. V. B. V. Conceito e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 83-96, 2009.

SNA-SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Consumo de carne vegetal aumenta com a pandemia. 2020. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/consumo-de-carne-vegetal-aumenta-com-a-pandemia/>. Acesso em: 10 out. 2021.

SOUZA, A. G.; MAFRA, G. M.; VIEIRA, J. A.; SARAIVA, F. R. S. Efeito da refrigeração na conservação de hortaliças orgânicas minimamente processadas. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, v. 19, n. 2, p. 131-148, 2019.

SPAGNOL, W. A.; SILVEIRA JUNIOR, V.; PEREIRA, E.; GUIMARÃES FILHO, N. Redução de perdas nas cadeiras de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e. 2016070, p. 1-10, 2018.

PEREIRA, B. S. G. **Conservação pós-colheita de folhas de *Pereskia aculeata* (Ora-pro-nóbis) em diferentes tipos de embalagens**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2017.

ROSA, C.I.L.F.; MORIBE, A.M.; YAMAMOTO, L.Y.; SPERANDIO, D. Pós-colheita e comercialização. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018, p. 489-526